

Trabajos prácticos de física y aprendizaje significativo

Meza, Susana - Lucero, Irene - Aguirre, María Silvia

Departamento de Física - Facultad de Cs. Exactas y Naturales y Agrimensura - UNNE.
Av. Libertad 5450 - (3400) Corrientes - Argentina.
Tel./Fax: +54 (03783) 473931 int. 203
E-mail: sjmeza@exa.unne.edu.ar

INTRODUCCION Y PLANTEO DEL PROBLEMA

La enseñanza de la Física debe proporcionar a los estudiantes los medios para lograr una comprensión adecuada de los procesos del mundo físico para poder abordar las problemáticas específicas de un campo profesional determinado y absorber las nuevas tecnologías que vienen, en la sociedad cambiante del mundo moderno.

Es sabido que aprender Física acarrea serias dificultades para los estudiantes; así es que son bien marcadas las líneas de investigación que se centran en buscar propuestas de metodologías y técnicas de enseñanza que ayuden a los estudiantes a superar esas dificultades.

La Teoría Constructivista y en particular el modelo del aprendizaje significativo de Ausubel son, sin duda, el marco referencial que tiene mayor consenso actualmente en el campo de la enseñanza de la Física, es por ello, que lo educadores buscan estrategias didácticas que favorezcan el aprendizaje significativo.

Por el carácter fáctico de la Física, las clases de trabajos prácticos, sean de resolución de problemas o de laboratorio experimental, cobran gran importancia. Los trabajos prácticos en las clases de ciencias añaden una "*dimensión especial a la enseñanza de las ciencias, por cuanto van más allá de lo que se puede obtener escuchando las explicaciones de los profesores u observando sus demostraciones en el laboratorio*" (Barberá- Valdés- 1996).

La resolución de problemas afianza y promueve el conocimiento porque obliga a los estudiantes a poner constantemente sus conocimientos a prueba y en práctica, permitiendo cuestionarse, plantear posturas teóricas divergentes o complementarias, estructurando y sistematizando conocimientos, trabajando, según sea necesario, con cuerpos más teóricos o con la práctica misma, para desde allí requerir a la teoría razones y fundamentos, permitiendo una relación dialéctica entre teoría y práctica.

El trabajo de laboratorio "*brinda a los alumnos la posibilidad de explorar, manipular, sugerir hipótesis, cometer errores y reconocerlos, así aprender de ellos*" (Gil, 1997), desarrollando procesos de observación de fenómenos, recolección y análisis de datos para explicar las observaciones, pudiendo llegar a realizar modelos cualitativos matemáticos explicativos, permitiendo entender el papel de la observación directa y distinguir entre las inferencias que se realizan a partir de la teoría y las que se realizan a partir de la práctica.

Este trabajo de investigación educativa, presenta los resultados finales de un proyecto de investigación relacionado con estrategias de enseñanza para las clases de problemas y de laboratorio en el ciclo básico universitario en carreras de no físicos, estableciendo orientaciones para una forma de trabajo en el aula que permita a los alumnos comprender contenidos y metodologías propias del trabajo científico, que lo lleven a lograr aprendizajes significativos.

Se contemplaron tres líneas de trabajo:

LINEA 1 - El análisis cualitativo en la resolución de problemas de física y su influencia en el aprendizaje significativo, tendiente a analizar la potencialidad de la resolución de problemas cualitativos para favorecer el aprendizaje significativo de la física y en qué medida ayuda a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.

LINEA 2 - Las actividades evaluativas como instrumentos de aprendizaje significativo en la resolución de problemas como investigación, tendiente a analizar las actividades evaluativas de carácter formativo como instrumento potencialmente efectivo para promover el aprendizaje significativo y producir un cambio en la actitud de los alumnos frente a la resolución de problemas.

LINEA 3 - Los trabajos de laboratorio en las clases de física, referida al análisis de las actividades que implica el trabajo práctico de laboratorio tendientes al aprendizaje significativo, considerando la realización de los trabajos prácticos de laboratorio de Física de manera convencional, con manejo del instrumental correspondiente (Laboratorio real - LR) y realizando simulaciones en computadora, empleando software adecuado (Laboratorio virtual - LV), a fin de indagar sobre los niveles y tipos de ventajas y/o dificultades que representa para el alumno el empleo de una u otra modalidad de trabajo.

METODOLOGIA

En la línea 1, la hipótesis general orientadora del trabajo establece que si se trabaja mayoritariamente con problemas cualitativos en las clases de resolución de problemas, se favorecería el aprendizaje significativo, que debería manifestarse en un mayor rendimiento académico de los estudiantes. Esto, asentado en que el análisis cualitativo de una situación permite hacerse una idea de la misma, identificar las variables intervinientes en el fenómeno y sus

relaciones relevantes, clarificar el objetivo de la situación y diseñar estrategias de solución fundamentadas que permitan explicar los resultados a los que se arriban a la luz de las teorías y principios que sustentan el fenómeno, evitando que el alumno busque afanosamente fórmulas adecuadas buscando un resultado numérico sin algún significado físico relevante.

Se adoptó un diseño experimental que permitió realizar un estudio comparativo entre el grupo experimental en el que se aplica la experiencia, y el grupo testeo en el que se desarrollan las clases de problemas en su forma habitual.

El estudio se realizó en dos años consecutivos del dictado de Física II (Óptica y Sonido), que es materia del segundo cuatrimestre. En el primer año (1999) se desarrollaron las clases de problemas con las actividades habituales, en las que se da importancia a los problemas tradicionales de final de capítulo de los libros de textos y que requieren de resoluciones numéricas, sin mayores planteos cualitativos. En el segundo año (2000) se dictaron las clases con el enfoque cualitativo, objeto de análisis en este trabajo. En este caso, las actividades de resolución de problemas dieron mayor peso a los problemas cualitativos, acotados y abiertos, dejando los de resolución numérica como complementarios, en menor escala; esto llevó a una reestructuración completa de las series de problemas, que fueron diseñadas especialmente para la investigación.

El aprendizaje significativo fue puesto en evidencia a través de la resolución independiente de problemas presentados en el segundo examen parcial, donde fue medido el rendimiento académico alcanzado por cada estudiante de las muestras.

En la línea 2, la hipótesis general que guía el trabajo indica que las actividades evaluativas de carácter formativo, constituyen un instrumento potencialmente efectivo para promover el aprendizaje significativo y para producir un cambio en la actitud de los alumnos frente a la resolución de problemas. Esta hipótesis se asienta en la idea de que si se adopta la resolución de problemas como una actividad de investigación para el logro del aprendizaje significativo y el trabajo con actividades de evaluación, de carácter formativas, coherentes con la propuesta de enseñanza, en un trabajo conjunto de docente y alumno, podría lograrse que estas actividades se transformaran en una situación útil para impulsar dicho aprendizaje, ayudando a los estudiantes a tomar conciencia de sus propias dificultades y de cómo superarlas.

Las actividades de evaluación como estrategia para facilitar el aprendizaje significativo se introdujeron en las clases de trabajos prácticos y fueron elaboradas en función de las dificultades de los alumnos, ya sean de orden conceptual y/o referidos a la implementación del Método de Resolución de Problemas por Investigación (MRPI).

Para determinar la incidencia de las actividades de evaluación en el aprendizaje significativo se adoptó un diseño experimental realizando el seguimiento de los alumnos de los grupos, experimental y testeo a lo largo del eje temático: "Movimiento en un campo homogéneo". La secuencia didáctica adoptada involucra las siguientes actividades:

- ♦ Problemas del tipo abierto empleando (MRPI) siguiendo los pasos sugeridos por D. Gil Pérez (1988).
- ♦ Actividades de evaluación, de carácter formativas, del Tipo 1 (AE1), diseñadas en base a un diagnóstico previo y tratadas en las clases de trabajos prácticos de manera individual y escrita, con una puesta en común posterior y del Tipo 2 (AE2), cuestiones fundamentalmente de orientación, que no fueron diseñadas previamente y que surgen atendiendo a las necesidades individuales/grupales de los alumnos durante el desarrollo de los problemas abiertos.

La hipótesis general fue concretada en cuatro predicciones observables, que indican que los alumnos de la muestra experimental alcanzan mayores niveles de complejidad en la resolución de problemas abiertos empleando el MRPI, en un tema dado y luego, en otro contexto, evidencian mayor rendimiento efectivo alcanzado y un cambio positivo de actitud frente a la resolución de problemas.

El control de las dos primeras hipótesis se realizó confrontando el nivel de complejidad alcanzado por los alumnos de ambos grupos en la resolución de un problemas abiertos suministrados, correspondientes a temas de distintos contextos: Cinemática y luego Hidrodinámica. El nivel de complejidad fue establecido en función de la cantidad y calidad de las etapas del MRPI asumidas en la resolución y que hacen referencia a las capacidades implicadas en los procesos de resolución, establecidos de acuerdo a la calidad y cantidad de etapas abordadas en la resolución.

Para controlar la hipótesis tres, se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos en un test suministrado al inicio (pretest) y finalización (post test) de la secuencia de trabajo. El *rendimiento* se definió como el aprendizaje logrado y se halló a partir de la variación del porcentaje total de respuestas correctas entre el post y pre test.

Para controlar la cuarta hipótesis, referente al cambio de actitud, se suministró a los alumnos una escala de actitud al inicio y al fin de la secuencia, que permite inferir a partir de una puntuación alta o baja, una buena o mala predisposición hacia los problemas. Actitud entendida como una disposición interna de aceptación, rechazo o indiferencia hacia la resolución de problemas. En un taller de reflexión sobre la metodología de trabajo, se recolectó, además opiniones que daban cuenta de una actitud positiva o negativa.

En las líneas 1 y 2 la consistencia interna de los instrumentos fue determinada a través del coeficiente de fiabilidad suministrado por el coeficiente Alpha de Cronbach; para la depuración de los mismos se realizó la correlación ítem – total y la validación cualitativa se realizó a través de consultas a docentes del Departamento de Física de la facultad.

Las muestras para el estudio, experimental (ME) y testeo (MT), fueron conformadas al finalizar la secuencia didáctica de manera que entre ellas existiera la menor diferencia significativa. Se empleó la asignación proporcional de cantidades de alumnos que respondieran a las categorías de las variables exógenas elegidas y la equivalencia de las muestras se aseguró porque que el equipo docente, el material bibliográfico, los instrumentos de medición fueron los mismos y aplicados de la misma manera. Los resultados obtenidos del cálculo de la t de Student para las medias de la prueba de diagnóstico y pre test, indicaron que no existe diferencia significativa entre ambas muestras en un nivel de confianza del 5%.

En cuanto a la línea 3, los trabajos de laboratorio pueden desarrollarse de manera que el alumno esté en contacto físico con los elementos, dispositivos e instrumental requeridos para la experiencia, manipularlos (laboratorio real - LR) o bien, ser encarados mediante simulaciones interactivas programadas con el empleo de la PC (laboratorio virtual - LV). Como hipótesis general, se consideró que ambas modalidades son complementarias por cuanto una modalidad puede favorecer más el aprendizaje de algunos de los contenidos conceptuales, procedimentales y/o actitudinales involucrados en el trabajo realizado, mientras que la otra puede favorecer otros, diferentes de los anteriores.

A fin de poder establecer en qué aspectos se da esa complementariedad entre LR y LV, se implementó una estrategia de enseñanza en dos cursos de Física básica universitaria, que contempla el tratamiento de una situación problemática, abordándola de manera coherente con el tratamiento científico, primero, con lápiz y papel y luego experimentalmente, en forma sucesiva en el marco de un LR y de un LV.

El análisis de la memoria redactada por los alumnos al finalizar la tarea en el laboratorio, permitió confrontar las modalidades de trabajo. Esta secuencia de trabajo áulica fue implementada en dos cursos de la carrera de Bioquímica, "Electricidad y Magnetismo", donde el tema elegido fue campo y potencial eléctrico y Mecánica y Óptica, con el tema lentes delgadas.

RESULTADOS

En la línea 1, la hipótesis de trabajo fue convalidada en el contexto trabajado, dado que se obtuvo en la muestra experimental mejor rendimiento académico que en la de testeo.

En la línea 2 los resultados obtenidos permitieron convalidar las hipótesis general y las derivadas aún cuando, en la que se refiere al rendimiento efectivo, la prueba estadística no arrojó diferencia significativa entre las muestras experimental y testeo. Ello determina un replanteo en la definición conceptual y operacional de la variable rendimiento efectivo y de los instrumentos con que fue medida. De todas maneras, fueron puestos en evidencia los mayores logros en la resolución de problemas abiertos y el cambio de actitud de los estudiantes frente a la resolución de problemas, en los alumnos de la muestra experimental.

En cuanto a los trabajos de laboratorio de la línea 3, los resultados obtenidos estarían dando cuenta de algunos de los aspectos en que el trabajo en ambos ambientes es complementario. En el caso del campo eléctrico, en el LR el relevamiento y ordenamiento de datos debe hacerse obligatoriamente, permitiendo la comprensión del fenómeno, mientras que en el LV no es necesario realizarlo, repercutiendo esto en la comprensión. El LR proporciona una visión limitada del mapeo de las equipotenciales y del campo porque el número de datos relevados está limitado por el tiempo requerido para su ejecución, en cambio, en el LV, se puede obtener el mapeo completo en poco tiempo. En este aspecto podríamos decir que la interpretación de los resultados se vería favorecida en el ambiente virtual con respecto al LR y pondría en evidencia los límites del modelo.

Por otro lado, del trabajo en Óptica, se evidencia que los alumnos hacen uso del modelo matemático con datos experimentales sin cuestionar la legitimidad de aplicarlo a la situación que se trabaja. Por ello podría concluirse que estos alumnos no manejan el modelo teórico diseñado para explicar el fenómeno en estudio. Pareciera que lo tienen incorporado pero no tienen asumida sus limitaciones de aplicación. Estos resultados no indicarían una complementariedad entre ambas modalidades. Sin embargo, al analizar las impresiones dadas por los alumnos sobre el trabajo en ambos ambientes, surgen algunos indicios que darían cuenta de la complementariedad respecto al manejo de modelos, por ejemplo ... *"Se entendió mucho mejor con la PC debido a que nos muestra la marcha de rayos, podemos diferenciar el tamaño de la imagen, pero sin embargo en el laboratorio se pueden visualizar los elementos utilizados para producir dicho fenómeno". ... " los datos de la PC son más exactos y en el banco óptico de verdad, hay que ajustar mejor la imagen"*.

Fue reconocido por los estudiantes que con la PC obtienen mucha información en poco tiempo, pero visualizar los fenómenos en el ambiente real los ayuda a la comprensión, pueden "ver el fenómeno tal como es". En ambos ambientes se requiere de conocimientos conceptuales y procedimentales para el trabajo de laboratorio pero, mientras en el LR esos conocimientos orientan para obtener los mejores datos, en el LV, la simulación les permite obtener mucha información de manera rápida, entonces los conocimientos orientan la búsqueda o selección de datos en la pantalla.

CONCLUSIONES

Esta investigación permitió analizar distintas estrategias didácticas para el tratamiento de los trabajos prácticos de Física, tendientes a favorecer el aprendizaje significativo. Dentro de los contextos trabajados en cada una de las líneas, los resultados son alentadores, dado que se ha podido comprobar el grado de efectividad de las estrategias implementadas para favorecer el aprendizaje significativo, evidenciándose logros en los estudiantes en cuanto a rendimiento y predisposición para encarar situaciones problemáticas.

La resolución habitual que generalmente se reduce a una simple manipulación de datos iniciales, fórmulas, podría ser reemplazada por un proceso que, aunque complejo, permitiría a través de una investigación dirigida y de las actividades de evaluación como testeo de progreso, familiarizarse con las estrategias del trabajo científico, integrando elementos teóricos como prácticos.

La propuesta de trabajo se llevó a cabo con alumnos de carreras profesionales de no físicos, carreras para las que es importante el acercamiento que el alumno pueda tener con la profesión desde los primeros años de la misma, de acuerdo

a las últimas tendencias en los diseños curriculares. Sin embargo, la relación teoría - práctica no puede ser encarada como una estrategia de entrenamiento en el rol profesional ya que al tratarse de una materia correspondiente al ciclo básico, en ella se tratan nociones básicas elementales, las que, según la concepción de Taba (en Díaz Barriga, 1985) son ideas que describen los hechos de generalidad; hechos que una vez entendidos, explicarán muchos fenómenos específicos. Estos conceptos aprendidos de manera general servirán de anclaje para la formación profesional, fundamento de la carrera y es esta formación básica la que permite la reconversión laboral.

En las líneas trabajadas, la articulación teoría práctica se dio a través del trabajo con los contenidos, uno de los estructurantes principales del método, con las situaciones planteadas que permitieron problematizar, adoptar posturas diferentes que a través del debate y los aportes de la teoría permitieron esclarecer dudas; los problemas y las actividades de evaluación que contemplaron situaciones físicas reales relacionadas a un eje temático, permitiendo vincular la teoría y la realidad, considerar alcances y limitaciones de los tratamientos analíticos modelizados; el empleo del MRPI en la resolución de problemas que permitió un acercamiento al abordaje científico y a sus características, y el trabajo experimental generado por una situación problemática dada.

Siempre es conveniente rever la forma en que se encaran los trabajos prácticos de Física, a modo de producir orientaciones que potencien la adquisición de aprendizajes significativos. De acuerdo con los resultados de este estudio, se pueden dar estas sugerencias didácticas:

- ♦ Organizar series de problemas que incluyan problemas cualitativos que requieran respuestas explicativas.
 - ♦ Trabajar, en los casos posibles, con problemas abiertos que puedan ser abordados como una investigación.
 - ♦ Introducir, cuando el material didáctico lo permita, trabajos de laboratorio con simulaciones de fenómenos por computadoras, como una forma de complementar el estudio de un determinado fenómeno.
 - ♦ Incorporar situaciones prácticas de lápiz y papel, cuali y cuantitativas, que permitan al estudiante autoevaluarse y tomar conciencia de la evaluación como un momento del proceso enseñanza aprendizaje, necesario para la mejora del mismo
 - ♦ Encarar el estudio de algún contenido temático desde distintos planos, presentando un problema concreto para analizarlo cualitativamente con lápiz y papel, para luego encararlo experimentalmente, con dispositivos reales y a través de simulaciones, terminando en la redacción de la memoria que relate el seguimiento del tratamiento del tema, dándole el enfoque de una comunicación científica. El proceso didáctico podría terminar con la resolución de actividades diseñadas especialmente para la aplicación y autoevaluación de los aprendizajes; actividades que podrían, incluso, ser diseñadas por los propios estudiantes, para ser intercambiadas entre los distintos grupos de trabajo del aula.
- Otro aspecto a tener en cuenta, es la necesidad de incrementar la preparación del profesorado en cuanto al manejo de estrategias que favorezcan el aprendizaje significativo, adecuando la evaluación de manera coherente con la propuesta didáctica. Atendiendo a la reforma educativa reciente y a que la universidad cumple la función de formar a formadores, ante los cambios tan profundos que se producen en el mundo contemporáneo se hace necesario enriquecer, modificar, construir instrumentos intelectuales que permitan comprender y explicar las transformaciones que se producen y no sólo en el área de las ciencias exactas, sino también en el de las sociales y humanísticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICIS TEACHERS.- 1998 - *Goals of the introductory physics laboratory* - *American Journal Of Physics* - Vol. 66 N° 6 . June.
- AUSUBEL, D.P. ; NOVAK, J.D. Y HANESIAN, H - 1976 - Psicología educativa : un punto de vista cognoscitivo. 2da de. 1991 - Trillás - Méjico.
- BARBERA, O - VALDES, P. 1996 - *El trabajo practico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. Enseñanza de las Ciencias.* - 14 .
- COLL,C.; POZO, J.; SARABIA, B, y VALLS, E – 1992- *Los contenidos de la reforma.* Edit. Santillana. Bs.As.
- GARCIA RAMOS, J.M. – 1994 - *Bases pedagógicas de la evaluación.* Edit. Síntesis. España.
- GIL PEREZ, D. y otros. 1988- *La resolución de problemas de lápiz y papel como actividad de investigación. Investigación en la escuela.* N° 6.
- GIL, SALVADOR - 1997 .*Nuevas tecnologías en la enseñanza de la física oportunidades y desafíos.* Memoria VI Conferencia Interamericana sobre educación en la Física.
- RURZUN, L ; SCHUSTER, N. - 1995 - *Utilizacion pedagogica de la informatica* . Un primer aporte al curriculum desde las tecnologías de la información. Ediciones Novedades Educativas . Bs. As.
- POZO, J. y I.; POSTIGO, Y. GOMEZ CRESPO, M – 1995- *Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales.* N° 5.
- SANJURJO, L. y VERA, T – 1998. *Aprendizaje significativo y enseñanza en los niveles medio y superior.* Edit. Homo Sapiens Ediciones. Rosario.